

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DE05/000512

International filing date: 18 March 2005 (18.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 013 807.9  
Filing date: 18 March 2004 (18.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 30 June 2005 (30.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 013 807.9

**Anmeldetag:** 18. März 2004

**Anmelder/Inhaber:** T-Mobile Deutschland GmbH, 53227 Bonn/DE

**Bezeichnung:** Elektronisches Mautsystem für Verkehrswege  
und Verfahren zu dessen Betrieb

**IPC:** G 07 B 15/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 21. Juni 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

  
Kahle

18.03.2004

T-Mobile Deutschland GmbH

## **Elektronisches Mautsystem für Verkehrswege und Verfahren zu dessen Betrieb**

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Mautsystem für Verkehrswege und ein Verfahren zu dessen Betrieb.

In Europa ist eine intensive Diskussion entstanden über die Frage des optimalen Mautsystems, welche Systeme international und interoperabel einsatzfähig sind und welche Systeme sehr wirtschaftlich und flexibel einsetzbar sind. Diese Fragen beziehungsweise gewünschten Systemeigenschaften konnten bisher nicht harmonisiert werden, weil jedes Land und jeder Infrastrukturbetreiber eigene Vorstellungen davon hat, welche Systemtechnologien er für die Erhebung der Maut einsetzen will oder planen wird.

Dennoch wäre es wünschenswert und für die Benutzer der Verkehrswege in Europa sehr vorteilhaft, zumindest innerhalb der EU eine Harmonisierung der eingesetzten Mautsysteme zu erreichen. Insbesondere auch die EU-Beitrittsländer befassen sich mit der Frage, welche Systeme und Technologien sie zukünftig zur Mauterhebung aufbauen sollen.

Allgemein strebt die EU im Sinne der Fahrzeugeigner und deren Fahrer nach einem auf ein Fahrzeuggerät gestütztes Erfassungs- bzw. Abrechnungssystem, das heißt ein System im Fahrzeug, und einer gemeinsamen Rechnung für alle mautpflichtigen, gefahrenen Strecken innerhalb der EU auf der Basis eines Vertragsverhältnisses, z.B. im Heimatland. Der Mautpflichtige hat aufgrund der gesetzlichen und privaten Bedingungen seine Gebühren/ Entgelte zu entrichten,

wenn er die mautpflichtigen Verkehrsinfrastrukturen nutzen möchte oder bereits genutzt hat. Das heißt, der Mautpflichtige hat die Pflicht zur Maut und die Wahl, welches System er zur Zahlung der Maut nutzt.

Einer der großen Erfolge in der Entwicklung der Technologien, der Standardisierung und der Markteinführung dieser neuen Technologien und Produkte in Europa und auch weltweit war der Mobilkommunikationsstandard GSM. Die Entwicklung wurde maßgeblich durch die Zusammenarbeit der Länder Frankreich und Deutschland und der Telekommunikationsindustrie beeinflusst und gemeinsam zum weltweiten Erfolg geführt. Somit eignet sich GSM hervorragend als Kommunikationsträger für fahrzeugbasierte Mautsysteme.

Die DE 101 04 499 A1 lehrt ein Straßengebührenerfassungssystem mit einem Fahrzeuggerät zur fahrzeugautonomen Ermittlung einer Straßenbenutzungsgebühr für ein Fahrzeug innerhalb eines Nutzungsabrechnungsgebietes. Von einer Betreiberzentrale werden mittels einer Kommunikationseinrichtung bei Bedarf Daten, die zur Ermittlung der Straßenbenutzungsgebühr benötigt werden, an das Fahrzeuggerät übertragen. Das Fahrzeuggerät ermittelt fortlaufend anfallende Teilbenutzungsgebühren für befahrene Streckenabschnitte und die Gesamtbenutzungsgebühr für eine Fahrt durch Summation der einzelnen Teilbenutzungsgebühren. Bei Erreichen des Fahrtziels oder anderen vorgegebenen Kriterien überträgt das Fahrzeuggerät die bis zu diesem Zeitpunkt ermittelte Gesamtbenutzungsgebühr über die Kommunikationseinrichtung an die Betreiberzentrale zur Abrechnung.

Bei dem bekannten Mautsystem spielt die Genauigkeit, insbesondere eine präzise Fahrzeugortung mittels Satellitennavigation, eine große Rolle. Ein großer Teil der teilweise speziell für die Mautabrechnung konzipierten Technologien wird für die hohe Genauigkeit aufgebracht. Die Berechnung der Gebühren erfolgt im Fahrzeugendgerät, was Angriffspunkte für Manipulationen bietet.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein elektronisches Mautsystems für Verkehrswege, das auf bereits vorhandenen und weit verbreiteten Technologien basiert und dadurch sehr schnell, kostengünstig und insbesondere auch länderübergreifend realisierbar ist sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß dem Patentanspruch 1 sowie durch ein System gemäß dem Patentanspruch 17 gelöst.

Bevorzugte Ausgestaltungen und weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung basiert auf der Idee, ein elektronisches Mautsystem auf Basis handelsüblicher GSM-/UMTS-Mobiltelefone oder vergleichbarer Geräte wie PDA, Autotelefon, etc. mit GSM-Funktion zu verwirklichen. Der Grundgedanke ist, für die Kommunikation des Mautkunden mit dem Mautbetreiber ausschließlich die heute bereits international interoperablen Mobilfunksysteme, z. B. GSM, zu nutzen. Erfindungsgemäß müssen an vorhandenen Mobilfunksystemen und Endgeräten keine Änderungen an der Hardware vorgenommen werden. Die vorhandenen Mobilfunkendgeräte, Funktelefone, etc. sind in der Regel bei den Mautkunden vorhanden und können genutzt werden. Vorhandene Systemschnittstellen zur Datenübertragung, zur Gebührenabrechnung (Billing), etc. können ebenfalls ohne größere Änderungen genutzt werden.

In jedem Mobilfunknetz werden über einen Organisationskanal Daten der jeweiligen Funkzelle an das Funktelefon übertragen, das heißt das Funktelefon erhält ständig Informationen darüber, in welcher Funkzelle es sich gerade aufhält. Diese von den Funkfeststationen gelieferten Informationen werden erfindungsgemäß genutzt, um im Funktelefon die vom Mautkunden durchfahrenen Funkzellen aufzuzeichnen. Diese gesammelten Daten werden

dann nach verschiedenen Optionen, z.B. nach Zeit, online, nach Kundenauftrag, etc., an eine Mautzentrale übertragen.

Anhand der vom Endgerät des Mautpflichtigen übertragenen Reihenfolge der durchfahrenen Funkzellen lässt sich durch Abgleich mit Datenbanken über vorhandene Verkehrswege mit hoher Genauigkeit ableiten, welchen (mautpflichtigen) Verkehrsweg das Fahrzeug benutzt hat. Je länger die durchfahrene Strecke ist, umso höher ist die Genauigkeit der Streckenerfassung.

Kurzstrecken, zum Beispiel auf Autobahnen, lassen sich meist nicht bzw. relativ ungenau verifizieren, es sei denn der Mobilfunknetzbetreiber optimiert seinen Netzausbau an besonders relevant erscheinenden Autobahnabschnitten. Eine Plausibilitätsprüfung ist jedoch immer möglich.

Sobald Endgeräte mit eingebauten Satellitennavigationsempfängern, z.B. GPS, Galileo, verfügbar werden, lassen sich auch Kurzstrecken mit hoher Genauigkeit durch Satellitennavigation erfassen. Bereits jetzt lässt sich die Ortungsgenauigkeit innerhalb einer Funkzelle bei Bedarf durch Laufzeitmessungen der an das Mautendgerät übertragenen Funksignale erhöhen.

Eine klare Trennung zwischen den Verkehrsinfrastrukturbetreibern (u.U. monopolisiert), den wettbewerbsorientierten internationalen Mautbetreibern und den nationalen, und international zusammenarbeitenden Netzbetreibern/Service Providern ist ein weiterer Vorteil der Erfindung.

Bei dem erfindungsgemäßen Mautsystem spielt die Genauigkeit der Ortung bzw. der vom Mautpflichtigen genutzten Mautstrecke nur eine untergeordnete Rolle, da es darauf aufbaut, dass der Mautpflichtige die zu fahrende Mautstrecke selbst angibt und das System lediglich die Richtigkeit dieser Angaben zu prüfen hat..

Auf Kurzstrecken ist eine genaue Abrechnung mit dem erfindungsgemäßen Mautsystem im Allgemeinen schwierig. Für Kurzstrecken wird daher entweder keine Maut erhoben, weil der Aufwand zur Erhebung zu groß ist, oder eine Pauschale erhoben.

Auf Langstrecken kann aber sehr plausibel nachvollzogen werden, dass der Mautkunde mautpflichtige Strecken befahren hat. Auf Langstrecken wird mit dem vorgeschlagenen Mautsystem als wettbewerbsorientierte Alternative zu den bestehenden Mauterhebungsgesellschaften die Maut erhoben.

Natürlich können die am Mautsystem beteiligten Institutionen Mehrfachrollen übernehmen, z.B. kann der Mautbetreiber gleichzeitig als GSM-Service Provider auftreten und umgekehrt.

Die Abrechnung der Maut gegenüber dem Mautkunden erfolgt vorzugsweise über die Mobiltelefonrechnung des Mautkunden. Die Maut kann aber auch direkt durch den Mautbetreiber durch Rechnung oder Abbuchung des Betrags vom Konto des Mautkunden erfolgen.

Während der Mautfahrt können vorzugsweise Plausibilitätsprüfungen der durchfahrenen Strecke durch den Mautbetreiber durchgeführt werden, zum Beispiel durch Auswertung der durchfahrenen Zellen bzw. stichprobenartige Ortungen des Mobilendgeräts.

In vorteilhafter Weise sind hierfür Zwischenkontrollpunkte (Checkpoints) vorgesehen, die im Gegensatz zu anderen Toll Collect Systemen sehr flexibel definierbar sind. Die Checkpoints können in Anzahl und Ort individuell für jede Mautfahrt individuell festgelegt werden ohne dass die Fahrer der Mautfahrzeuge hierüber Kenntnis erlangen. Dies erschwert Betrug und Sabotage gegenüber herkömmlichen Systemen erheblich.

Eine verbesserte Plausibilitätsprüfung der Mautfahrt ist zum Beispiel möglich durch Setzen von sogenannten „verbotenen Zwischenkontrollpunkten“ (Blacklist-

Checkpoints), das heißt Kontrollpunkte (Funkzellen) die der Mautkunde mit seinem Fahrzeug nicht durchfahren darf. Die Mautzentrale kann das Mautendgerät auffordern, ein eventuelles Durchfahren von bestimmten nicht zur gebuchten Mautstrecke gehörigen neuralgischen Punkten unverzüglich zu melden.

Ferner ist eine Architekturadaption denkbar, bei der unter Umgehung des Mautbetreibers direkte Schnittstellen zwischen Infrastrukturbetreibern und Mobilfunkbetreibern genutzt werden können, z.B. zur genauen Fahrzeugortung. Es kann eine Architekturadaption vorgesehen sein, bei der Clearing-Houses in kompetitiven Situationen die Vermittlung zwischen jeweils mehreren Mobilfunkbetreibern und Mautbetreibern und/oder Mautbetreibern und Infrastrukturbetreibern wahrnehmen.

Für die Kommunikation zwischen Mautkunde und Mautzentrale kann eine beliebige Kombination der nutzbaren Mobilfunkmechanismen, wie SMS, GPRS, Voice, dienen. Zum Beispiel kann eine erleichterte Start/Zieleingabe mittels Sprachmenü oder IVR-Portal (Interactive Voice Recognition) mit Antwort „Konfigurations- und Bestätigungs-SMS“ vorgesehen sein.

Verschiedenste Systemerweiterungen durch Zusatzfunktionen sind denkbar. Zum Beispiel können über das Mautendgerät Fahrtunterbrechungen oder Routenänderungen an die Mautzentrale kommuniziert werden.

Die vom Mautkunden an die Mautzentrale zu übermittelnden Buchungsinformationen können über ein Internetportal vorkonfiguriert werden, um die spätere Eingabe per Mobiltelefon zu unterstützen und zu erleichtern. Zum Beispiel können vom Mautkunden oft befahrene Strecken fest gespeichert und über eine Referenznummer abgerufen werden. Es genügt dann die Übertragung der Referenznummer an die Mautzentrale um eine bestimmte Fahrtroute zu buchen.



Andererseits kann die mobilfunkbasierte Kommunikationsbeziehung zwischen Mautzentrale und Mautendgerät genutzt werden, um Verkehrsinformationen, Verkehrslenkungsinformationen (z.B. Sonderpreis für spezielle Routen), Wetterinformationen, etc. an das Endgerät des Mautkunden zu übertragen.

Je nach Bedarf kann ein Standard-Mobiltelefon oder ein spezielles Mobiltelefon, d.h. ein Mobiltelefon mit spezieller Komfortbedienung für Mautkunden bzw. ein preisgünstiges Mobiltelefon mit reduzierter Funktion, als Mautendgerät eingesetzt werden.

Vorteilhaft erweist sich die EU-weite, und darüber hinausgehende Funktion der Kommunikationskomponente ohne Infrastrukturaufwand durch Nutzung der existierenden GSM-Roamingmechanismen mit dem Vorteil, dass keine länderspezifischen Mautgeräte (On-Board Units) im Ausland erforderlich sind.

Die Kommunikation zwischen Mobilfunkbetreiber und Mautbetreiber für Mauterfassung und Gebührenerhebung kann vollständig über im Mobilfunkumfeld bereits existierende Schnittstellen abgewickelt werden.

Der Mautkunde kann bestehende Standard Mobilfunkverträge zur Mauterfassung nutzen. Hierfür sind Mobilfunkverträge in allen Ausprägungen geeignet, wie Postpaid-/ Prepaidverträge, Individualverträge z.B. für Selbständige und für PKW-Maut, Rahmenverträge für Speditionen, etc.

Der Mautbetreiber kann auch in der Funktion eines GSM-Service Providers eigene Mautkarten (SIM-Karten) ausgeben, ohne eine eigene GSM Infrastruktur aufbauen zu müssen.

Die saubere Rollentrennung zwischen GSM-Betreiber, Mautbetreiber und Infrastrukturbetreiber ermöglicht weitgehenden Wettbewerb in Richtung Kunde, sowohl bezüglich GSM-Kundenverhältnis als auch bezüglich Mautkundenverhältnis.

Das System kann vorteilhaft auch als Zusatz zu existierenden Mautsystemen eingesetzt werden, ist aber auch als Basiskomponente für Länder ohne bestehende Mauterhebungs-Infrastruktur geeignet, da es schnell und preisgünstig aufzubauen ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Aus dieser Beschreibung ergeben sich weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung.

- Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung der beim erfindungsgemäßen Mautsystem beteiligten Parteien;
- Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm der Mauterfassung;
- Figuren 3-6 zeigen verschiedene Fallbeispiele über die Ergebnisse der abschließenden Auswertung der vom Mautendgerät an die Mautzentrale gemeldeten Liste von durchfahrenen Funkzellen.

Bei dem beschriebenen Mautsystem handelt es sich um ein länderübergreifend betreibbares Mobilfunk basiertes Mautsystem. Hierbei können GSM, UMTS oder ähnliche zellulare Mobilfunksysteme verwendet werden, die im Folgenden synonym als GSM- bezeichnet werden. Das Mautsystem ist für alle Arten von Verkehrswegen geeignet, wie z.B. Straßen/ Autobahnen, Wasserwege, Schienenwege, und für alle Arten von Fahrzeugen, die diese Verkehrswege benutzen. Das Mautsystem kann als Standalone-System oder Overlay zu existierenden Mautsystemen aufgebaut werden.

Zur Realisierung des Mautsystems sind folgende Komponenten vorgesehen:

#### Mautgerät:

Als Mautgerät wird vorzugsweise ein (GSM-)Mobilfunkendgerät eines Mobilfunkkunden verwendet, das zur Mauterfassung im zu bemautehenden Fahrzeug genutzt wird. Das Mobiltelefon als Fahrzeugendgerät (On-Board Unit) beinhaltet eine Maut-Clientapplikation alternativ:

- auf Standard-SIM (SAT-Applikation)
- auf Spezial-SIM
- als Applikations-Software im Mobiltelefon (z.B. Java Applet)
- als gerätespezifische Firmware (im Falle spezieller Mautendgeräte)
- als Zusatz-Hardware- / Software-Modul

Das Mautgerät hat folgende Aufgaben:

- Meldung von Start / Stop der mautpflichtigen Fahrt (manuell od. automatisch)
- Erfassung der durchfahrenen Funkzellen und Meldung einer Liste der erfassten Funkzellen an die Mautzentrale. Als Ortsinformation der Funkzellen wird in GSM die Cell Global ID (CGI) bzw. in UMTS die Service Area ID (SAI) verwendet. Die Meldung kann in regelmäßigen Abständen, auf Anforderung, und/oder bei Fahrtende erfolgen.
- Meldung des Durchfahren von Checkpoint-Funkzellen, die von Mautzentrale bei Startmeldung bzw. während Fahrt benannt wurden
- ggf. aktuelle Standortmeldung auf Anfrage durch Mautzentrale

Mautzentrale:

Die Mautzentrale ist eine technische Einrichtung des Mautbetreibers, welche die technischen Schnittstellen zu den am Mautsystem beteiligten Parteien, insbesondere Mobilfunknetzbetreiber, Verkehrsinfrastrukturbetreiber, kontrollierende Einheiten (Enforcementstellen), etc., bereitstellt.

Die Mautzentrale hat die Funktionen:

- als Kommunikationspartner des Mautkunden zur Aufnahme der Mautfahrten
- zur Gebühren-/Entgeltberechnung gegenüber dem Mautkunden und Einzug der Gebühren zum Beispiel über den Mobilfunkbetreiber
- zur Abrechnung der Maut gegenüber den Straßeninfrastrukturbetreibern
- zur Bereitstellung der Information über erfasste Mautfahrten / Checkpoint-Durchfahrten an die Straßeninfrastrukturbetreiber bezüglich der kontrollierenden Gewalt (Enforcement).

Mobilfunknetze:

Es erfolgt eine Nutzung der bestehenden Mobilfunknetze zur

- länderübergreifend funktionierenden Kommunikation zwischen dem Mautendgerät und dem Mautbetreiber
- Ortsermittlung des Mautendgeräts
- Abrechnung der Mautfahrt zum Beispiel über Mobilfunkrechnung

Zwischenkontrollpunkte:

Ein Zwischenkontrollpunkt (Checkpoint) ist eine Kontrollstelle des Infrastrukturbetreibers. Bei konventionellen Toll Collect Systemen sind dies z.B. Autobahnbrücken mit Kameras zur automatischen Kennzeichenerfassung aller durchfahrenden Fahrzeuge. Im Rahmen dieser Erfindung kann grundsätzlich jede Mobilfunkzelle als Checkpoint dienen und individuell für jeden Mautkunden und jede Fahrt definiert werden. In der Regel wird in kurzer Entfernung hinter dem Checkpoint eine Ausleitstelle der Enforcementkräfte (Ausfahrt oder Parkplatz) vorhanden sein, an der die Mautsünder bzw. nicht-eindeutig identifizierte Fahrzeuge zur Überprüfung ausgeleitet werden können.

Figur 1 zeigt, wie die oben genannten Komponenten im Sinne einer modularen Architektur mit den beteiligten Parteien, Aufgaben und Schnittstellen zusammenwirken:

Mobilfunkkunde 1:

Der Mobilfunkkunde 1 ist ein Vertragskunde eines GSM-Netzbetreibers oder eines Service Providers, über dessen Mobilfunkrechnung die Mautabrechnung erfolgen soll.

Mautkunde 2:

Der Mautkunde 2 ist der Halter / Fahrzeugführer des mautpflichtigen Fahrzeugs, in der Regel identisch mit bzw. in enger Beziehung zum Mobilfunkkunden 1. Der Mautkunde ist der temporäre Vertragspartner des Mautbetreibers für die Mautfahrt.

Der Mautkunde bucht die Mautfahrt vor und meldet Start und Stop der Mautfahrt an die Mautzentrale.

#### Mobilfunk-Netzbetreiber 3:

Der Mobilfunk-Netzbetreiber 3 ist der Heimatnetzbetreiber des Mobilfunkkunden, zu dem dieser seine Vertragsbeziehung hat. Er stellt technische Schnittstellen zum Mautbetreiber bereit und ermöglicht eine Datenkommunikation (z.B. über SMS, GPRS oder Voice) und Billing (z.B. über bestehende PayPerEvent Interfaces). Der Mobilfunk-Netzbetreiber wickelt bei Auslandsfahrten das Roaming in andere Mobilfunknetze ab.

#### Roaming-Netzbetreiber 3a:

Der Roaming-Netzbetreiber 3a ist ein Netzbetreiber, über dessen Netz die Kommunikation mit dem Mautgerät erfolgt, wenn sich das Fahrzeug im Ausland befindet. Zwischen dem Heimatnetzbetreiber 3 und den Roaming-Netzbetreibern 3a greifen die Standard-GSM Roamingverträge bezüglich technischer Anbindung und Inter-Operator Abrechnung. Der Roaming-Netzbetreiber wickelt die Mobilfunkkommunikation mit dem Mautendgerät im Ausland ab und leitet den Datenverkehr an den Heimatnetzbetreiber weiter. Er rechnet mit dem Heimatnetzbetreiber über bestehende Roamingverfahren ab.

#### Mautbetreiber 4:

Der Mautbetreiber 4 betreibt eine oder mehrere Mautzentralen und wickelt das Mautgeschäft in Richtung Mautkunde 1 über die Mobilfunk-Heimatnetzbetreiber 3 und in Richtung der Verkehrsinfrastrukturbetreiber 5 ab. Er hat für die Dauer der Mautfahrt Vertragsbeziehung mit dem Mautkunden 1, zum Beispiel durch Nachweis über Coupon-SMS. Ferner hat der Mautbetreiber Vertragsbeziehungen und bedient technische Schnittstellen zu denjenigen Mobilfunk-Netzbetreibern 3, über die er Mautgeschäfte abwickeln will. Außerdem hat der Mautbetreiber Vertragsbeziehungen mit allen relevanten Infrastrukturbetreibern 5 und vergütet diese für alle über ihn abgewickelten Mautfahrten und stellt technische Schnittstellen zur „Enforcement“-Unterstützung

bereit, zum Beispiel durch Meldung von Checkpointdurchfahrten, Anfrage bezüglich spezieller Fahrzeuge und Mautcoupons.

Der Mautbetreiber kann Checkpoints für die einzelnen Mautfahrten setzen, z. B. auch auf Aufforderung / Vorgabe durch die Infrastrukturbetreiber.

#### Verkehrsinfrastrukturbetreiber 5

Die Verkehrsinfrastrukturbetreiber 5 stellen die Straßeninfrastruktur und führen die hoheitliche bzw. privatrechtliche Aufgabe des „Enforcement“, d.h. der Fahrzeugkontrolle entweder selbst durch oder haben sie an rechtlich eigenständige Enforcementstellen delegiert.

#### Enforcementstelle 6:

Die Enforcementstelle 6 führt Verkehrskontrollen vor Ort durch, um Mautsünder zu identifizieren und Maßnahmen gegen diese einzuleiten; bei staatlicher Infrastruktur ist dies z.B. die Autobahnpolizei.

Anhand Figur 2 wird nun der grundsätzliche Ablauf der Mauterfassung beschrieben:

Vor Beginn jeder Fahrt mit mautpflichtigen Streckenabschnitten meldet der Mautkunde 1 die geplante Fahrtstrecke bei der Mautzentrale 7 des Mautbetreibers 4 an. Diese „Buchung“ kann über verschiedene Kommunikations-Zugänge erfolgen. Vorstellbar sind hier unter anderem das Versenden einer SMS, die Kommunikation über Datenkanäle der Mobilfunknetze, die Nutzung eines Sprachzugangs mit IVR-System oder der Zugang über das Internet. Bei der Anmeldung / Buchung übermittelt der Mautkunde vorzugsweise folgende Inhalte:

- Seine Identität zum Beispiel in Form seiner Mobilfunkrufnummer (MSISDN) oder einer anderen für den Mautbetreiber eindeutigen Referenz auf die Identität und die MSISDN des Mautkunden

- Die zur Bemessung der Maut relevanten Fahrzeugdaten, z.B. Fahrzeugtyp, Anzahl der Achsen, Gewicht, Gefahrenklasse etc., oder eine für den Mautbetreiber eindeutige Referenz auf diese Daten.
- Das Kennzeichen, Registriernummer oder ein anderes landes- oder brachenübliches eindeutiges Merkmal des Fahrzeugs
- Startpunkt der Fahrt
- gegebenenfalls Wegpunkte zur Identifizierung von Routenalternativen
- Zielort der Fahrt
- Geplanter Startzeitpunkt

● Liegen der Buchungszeitpunkt und der geplante Startzeitpunkt zeitlich weit auseinander, so wird dem Kunden von der Mautzentrale 7 eine Buchungsreferenz auf ein geeignetes Endgerät übermittelt.

Unmittelbar vor Antritt der Fahrt sendet der Mautkunde 1 die Buchungsreferenz zur Mautzentrale 7.

Erfolgt die Buchung unmittelbar vor Beginn der Fahrt, so kann die Versendung einer Buchungsreferenz zum Mautkunden 1 entfallen. In diesem Fall wird direkt mit dem nächsten Schnitt fortgefahren.

● Bei Erhalt der Buchungsreferenz oder bei der Buchung unmittelbar vor Antritt der Fahrt, berechnet die Mautzentrale 7 die zu erhebenden Mautgebühren und übermittelt dem Mautkunden per SMS oder über einen Datenkanal der Mobilfunknetze folgende Daten:

- Höhe der Mautgebühr
- Eine Zeichenkette im folgenden „Maut Coupon“ genannt, welche die wesentlichen Informationen der Buchung (mindestens Startpunkt, Zielort, Kennzeichen) enthält und durch aus heutiger Sicht als sicher annehmbare Mechanismen gegen Manipulation geschützt ist (Digitale Signatur des Mautbetreibers).

- Eine Liste von Mobilfunkzellen (Identifiziert z.B. durch die CGI), die als „Checkpoints“ definiert werden.

Sofern die Mautgebühr über die Mobilfunkrechnung des Mobilfunkkunden abgerechnet wird, wird vom Mobilfunkbetreiber seitens der Mautzentrale eine Bestätigungsmeldung über die Gebührenreservierung (Deckungszusage) eingeholt wie dies heutige PayPerEvent-Schnittstellen als 1. Schritt einer „2-Phase Payment“-Transaktion ermöglichen.

Während der Fahrt erfasst und speichert das Endgeräte die Funkzellenidentifikationen (CGIs) aller durchfahrenen Mobilfunkzellen.

Erfasst das Endgerät eine Mobilfunkzelle, die in der Liste der Checkpoints aufgeführt ist, so sendet es unverzüglich den Inhalt des Maut Coupons an die Mautzentrale 7. Diese leitet alle empfangenen Mautcoupons an die für den jeweiligen Checkpoint relevanten Enforcement-Stellen weiter. Dies ermöglicht es den Enforcement-Stellen alle Fahrzeuge, welche die Maut bezahlt haben, anhand der übermittelten Daten (insbesondere dem Kfz-Kennzeichen) sicher zu identifizieren.

Möchte der Mautkunde die Streckenführung ändern, so kann er dies durch Übermittlung folgender Daten an die Mautzentrale tun:

- Maut Coupon
  - Gegenüber der bisherigen Streckenführung geänderte Wegepunkte.
- Alternativ könnten Ausweichrouten schon bei der Buchung angegeben oder von der Mautzentrale vorgeschlagen werden. Entsprechend wäre dann nur noch eine Referenz zu übermitteln.

Während der Fahrt kann die Enforcement-Stelle durch Ortung des Mautkunden über den Mobilfunkbetreiber feststellen, ob der Kunde sein Endgerät eingeschaltet hat und ob es sich einer plausiblen Mobilfunkzelle aufhält. Die



Ortung kann durch bekannte Laufzeitverfahren oder Satellitenortung verfeinert werden.

Erreicht der Mautkunde sein Ziel, so sendet er eine weitere Nachricht an die Mautzentrale mit folgendem Inhalt:

- Maut Coupon
- Die Liste aller erfassten Mobilfunkzellen

In der Mautzentrale 7 kann die Plausibilität der Streckführung anhand der durchfahrenen Zellen geprüft werden. Die Zuverlässigkeit der Plausibilitätsprüfung steigt mit der Anzahl der durchfahrenen Zellen. Ergibt die Plausibilitätsprüfung ein negatives Ergebnis, so können die entsprechenden Enforcement-Stellen 6 informiert werden.

Ist die Plausibilitätsprüfung erfolgreich, kann die Maut über den Mobilfunkbetreiber 3 abgerechnet werden, typischerweise als 2. Schritt einer „2-Phase Payment“-Transaktion. Alternativ kann der Mautbetreiber direkt mit dem Mautkunden abrechnen.

In den Figuren 3 bis 6 sind verschiedene Situationen dargestellt, die die abschließende Auswertung der vom Mautendgerät an die Mautzentrale gemeldeten Liste von durchfahrenen Zellen ergeben kann. Es sei jeweils angenommen, daß der Mautkunde die Strecke AB gebucht hat. Die einzelnen Funkzellen sind durch Kreise bzw. Ovale dargestellt. Die vom Mautgerät registrierten, d.h. vom Mautkunden tatsächlich durchfahrenen Funkzellen sind grau hervorgehoben.

Figur 3 zeigt den Fall einer erfolgreichen Plausibilitätsprüfung. Die Liste der vom Mautgerät zurückgemeldeten Zellen passt im Rahmen der erzielbaren Granularität (Genauigkeit) zur angegebenen Fahrstrecke AB.

Figur 4 zeigt den Fall, bei der die Plausibilitätsprüfung eine länger als die bei der Buchung ursprünglich angegebene Fahrstrecke ergibt. Die Liste der zurückgemeldeten Funkzellen zeigt im Rahmen der erzielbaren Granularität eindeutig, dass eine weitere Strecke gefahren wurde als ursprünglich angegeben. In diesem Fall bezahlt der Mautkunde für die tatsächlich gefahrene Strecke.

Gemäß Figur 5 zeigt die Plausibilitätsprüfung, dass während der Fahrt zeitweise keine Mauterfassung durch das Mautgerät erfolgte, z.B. durch mutwilliges Abschalten (längere Zwischenstrecke fehlt), durch kurzfristigen Netzausfall (einzelne Zellen fehlen), oder aufgrund eines Defekts am Mautgerät. Je nach konkreter Situation kann der Mautbetreiber unterschiedlich reagieren. Wurden Checkpoints in den nicht erfassten Streckenabschnitt gelegt, könnten die örtlichen Enforcementkräfte automatisch zur Kontrolle des Mautkunden aufgefordert werden, da das Mautendgerät nicht wie vereinbart die Durchfahrt meldete (ausbleibender Positivcheck, der freie Durchfahrt gewährt hätte).

Gemäß Figur 6 ergibt eine Plausibilitätsprüfung, dass neben der gebuchten Strecke AB zwischenzeitlich andere Strecken gefahren wurden, da im gezeigten Beispiel eine „außerordentliche“ Funkzelle erfasst wurde. Je nach der Anzahl der zurückgemeldeten außerordentlichen Funkzellen kann vom Mautbetreiber gefolgert werden, ob die mautpflichtige Fahrstrecke nur kurzfristig, z.B. zu Tank- oder Rastzwecken, verlassen wurde oder eine weitere, nicht-angemeldete mautpflichtige Strecke benutzt wurde.

T-Mobile Deutschland GmbH

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines elektronisches Mautsystem für Verkehrswege, unter Verwendung mindestens eines zellularen, eine Vielzahl von Mobilfunkzellen umfassenden Mobilkommunikationssystems, einem Mautendgerät seitens eines Mautkunden in Form eines handelsüblichen, zu dem Mobilkommunikationssystem kompatiblen Endgeräts, und mindestens einer Mautzentrale zur Abwicklung des Mautgeschäfts zwischen Mautkunde und einem Mautbetreiber, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:  
Anmelden des Mautkunden bei der Mautzentrale vor Beginn einer Fahrt auf mautpflichtigen Streckenabschnitten durch Übermitteln einer Identifikation des Mautkunden und Angaben zur geplanten Fahrtstrecke vom Mautendgerät an die Mautzentrale,  
Erfassen und Speichern einer Liste *einer mindestens ausreichenden Anzahl der* während der Fahrt durchfahrenen Funkzellen im Mautendgerät, Übermitteln einer Nachricht vom Mautendgerät an die Mautzentrale nach Ende der Fahrt, wobei die Nachricht die Liste der erfassten Funkzellen umfasst,  
Verifizieren der gebuchten Fahrtstrecke durch die Mautzentrale anhand der Liste der durchfahrenen Funkzellen und Daten über die Streckenführung mautpflichtiger Verkehrswege,  
Abrechnen der zu erhebenden Mautgebühr gegenüber dem Mautkunden anhand der gebuchten Fahrtstrecke und vorgegebenen Tarifdaten.
2. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass, nachdem der Mautkunde sich angemeldet hat, eine Buchungs- und/oder Mautinformation von der Mautzentrale an das Mautendgerät übermittelt wird.

3. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mautzentrale bei Erhalt der Buchungsinformation oder bei einer Buchung unmittelbar vor Antritt der Fahrt die zu erhebenden Mautgebühren berechnet und zusammen mit einem Maut Coupon an den Mautkunden übermittelt.
4. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Maut Coupon die wesentlichen Informationen der Buchung in Form von Startpunkt, Zielort, Kennzeichen, enthält.
5. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Anmeldung folgende weitere Inhalte vom Mautkunden an die Mautzentrale übermittelt werden:
  - Fahrzeugdaten zur Bemessung der Mautgebühren
  - Eine eindeutige Identifikation des Fahrzeugs
  - Startpunkt der Fahrt
  - gegebenenfalls Wegpunkte zur Identifizierung von Routenalternativen
  - Zielort der Fahrt
  - Geplanter Startzeitpunkt
6. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von der Mautzentrale entlang der gebuchten Fahrtstrecke ein oder mehrere Zwischenkontrollpunkte (Checkpoints) definiert werden, die einer oder mehreren auf der Fahrtstrecke gelegenen Funkzellen entsprechen, wobei eine Liste der Zwischenkontrollpunkte an das Mautendgerät übertragen wird.

7. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von der Mautzentrale verbotene Zwischenkontrollpunkte definiert werden, die von dem Mautkunden nicht durchfahren werden dürfen.
8. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mautgerät bei einer Erfassung einer einem Zwischenkontrollpunkt oder einem verbotenen Zwischenkontrollpunkt entsprechenden Funkzelle zeitnah den Inhalt des Maut Coupons oder einer anderen eindeutigen Referenz auf die gebuchte Strecke an die Mautzentrale übermittelt.
9. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mautzentrale empfangene Mautcoupons oder deren für die Enforcementstelle relevante Teilmenge der Daten an die für den jeweiligen Zwischenkontrollpunkt zuständigen Enforcement-Stellen weiterleitet.
10. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Änderung der gebuchten Streckenführung durch den Mautkunden durch Übermittlung des Maut Coupons und von gegenüber der bisherigen Streckenführung geänderten Wegepunkten durchgeführt wird.
11. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beim Erreichen des Fahrtziels an die Mautzentrale übermittelte Nachricht zusätzlich den Maut Coupon umfasst.
12. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übermittlung von Informationen zwischen dem Endgerät und der Mautzentrale über das

Mobilkommunikationssystem und/oder andere drahtlose oder drahtgebundene Informationssysteme erfolgt.

13. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mautgebühr über die Mobilfunkrechnung des mit dem Mautkunden verbundenen Mobilfunkkunden abgerechnet wird.
14. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch Ortung des Mautendgeräts durch den Mobilfunkbetreiber feststellbar ist, ob der Kunde sein Endgerät eingeschaltet hat und ob es sich einer plausiblen Mobilfunkzelle aufhält.
15. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortung des Mautendgeräts mittels Laufzeitmessung der Mobilfunksignale erfolgt.
16. Verfahren zum Betrieb eines elektronischen Mautsystems nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ortung des Mautendgeräts mittels Satellitenortung erfolgt.
17. Elektronisches Mautsystem für Verkehrswege, welches mindestens ein zellulares, eine Vielzahl von Mobilfunkzellen umfassendes Mobilkommunikationssystem verwendet, und mindestens aus einer Mautzentrale zur Abwicklung des Mautgeschäfts zwischen Mautkunde und einem Mautbetreiber besteht, dadurch gekennzeichnet, dass das System die folgenden Komponenten enthält:
  - einen Datenspeicher in der Mautzentrale zur Speicherung von Identifikationsdaten von Mautkunden und Angaben zu denen zuzuordnende geplante Fahrtrouten, die mindestens die Benutzung eines mautpflichtigen Streckenabschnitts enthalten,

- einen Speicher zur Aufnahme einer mindestens hinreichenden Liste von Funkzellen eines auf der geplanten Fahrtroute vorhandenen Mobilkommunikationssystems, welche von einem dem Mautkunden zugeordneten Mautendgerät übermittelt werden,
- eine Datenverarbeitungseinheit zur Verifikation der vom Mautkunden übermittelten Funkzellendaten anhand von Solldaten die gebuchte Fahrtroute betreffend,
- eine Abrechnungseinheit zur Abrechnung der von dem Mautkunden unter Zugrundelegung der gebuchten Fahrtstrecke und vorgegebenen Tarifdaten zu erhebenden Mautgebühr.

18. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass seitens des Mautkunden handelsübliche, zu dem Mobilkommunikationssystem kompatible Endgeräte eingesetzt werden.

19. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass in dem seitens des Mautkunden eingesetzten Endgerät eine spezielle, mit einer Maut-Client Applikation versehene SIM-Karte eingesetzt wird.

20. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass in dem seitens des Mautkunden eingesetzten Endgerät eine SIM-Karte mit einer Standard-SIM eingesetzt wird, deren Maut-Client Applikation in Form einer SAT-Applikation realisiert wird.

21. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass das seitens des Mautkunden eingesetzte Endgerät eine spezielle, für das Mautsystem bestimmte Applikations-Software, insbesondere Java Applet, enthält.

22. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Mautkunden an die Mautzentrale zu übermittelnden

Buchungsinformationen über ein Internetportal vorkonfiguriert sind, um die spätere Eingabe per Mobiltelefon zu unterstützen und zu erleichtern.

23. Elektronisches Mautsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die vom Mautkunden oft befahrene Strecken fest gespeichert und über eine Referenznummer abrufbar sind.

24. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überprüfung der Einhaltung der gebuchten Fahrtroute Zwischenkontrollpunkte (Checkpoints) bestimmt sind, die in Anzahl und Ort jeweils für jede Mautfahrt individuell festgelegt sind ohne dass die Fahrer der Mautfahrzeuge hierüber Kenntnis erlangen.

25. Elektronisches Mautsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Überprüfung der Einhaltung der gebuchten Fahrtroute eine Einrichtungen zur Bereitstellung der Information über erfasste Mautfahrten und/oder Checkpoint-Durchfahrten an die Straßeninfrastrukturbetreiber bezüglich der kontrollierenden Gewalt (Enforcement) vorhanden ist.



T-Mobile Deutschland GmbH

## **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Mautsystem für Verkehrswege, das auf Basis handelsüblicher GSM-/UMTS-Mobiltelefone oder vergleichbarer Geräte wie PDA, Autotelefon, etc, mit GSM-Funktion aufgebaut ist sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb. In jedem Mobilfunknetz werden über einen Organisationskanal Daten der jeweiligen Funkzelle an das Funktelefon übertragen. Diese von den Funkfeststationen gelieferten Informationen werden erfindungsgemäß genutzt, um im Funktelefon die vom Mautkunden durchfahrenen Funkzellen aufzuzeichnen. Diese gesammelten Daten werden an eine Mautzentrale übertragen. Anhand der vom Endgerät des Mautpflichtigen übertragenen Reihenfolge der durchfahrenen Funkzellen lässt sich durch Abgleich mit Datenbanken über vorhandene Verkehrswege mit hoher Genauigkeit ableiten, welchen mautpflichtigen Verkehrsweg das Fahrzeug benutzt hat. Erfindungsgemäß müssen an vorhandenen Mobilfunksystemen und Endgeräten keine Änderungen an der Hardware vorgenommen werden. Die vorhandenen Mobilfunkendgeräte, Funktelefone, etc. sind in der Regel bei den Mautkunden vorhanden und können genutzt werden.

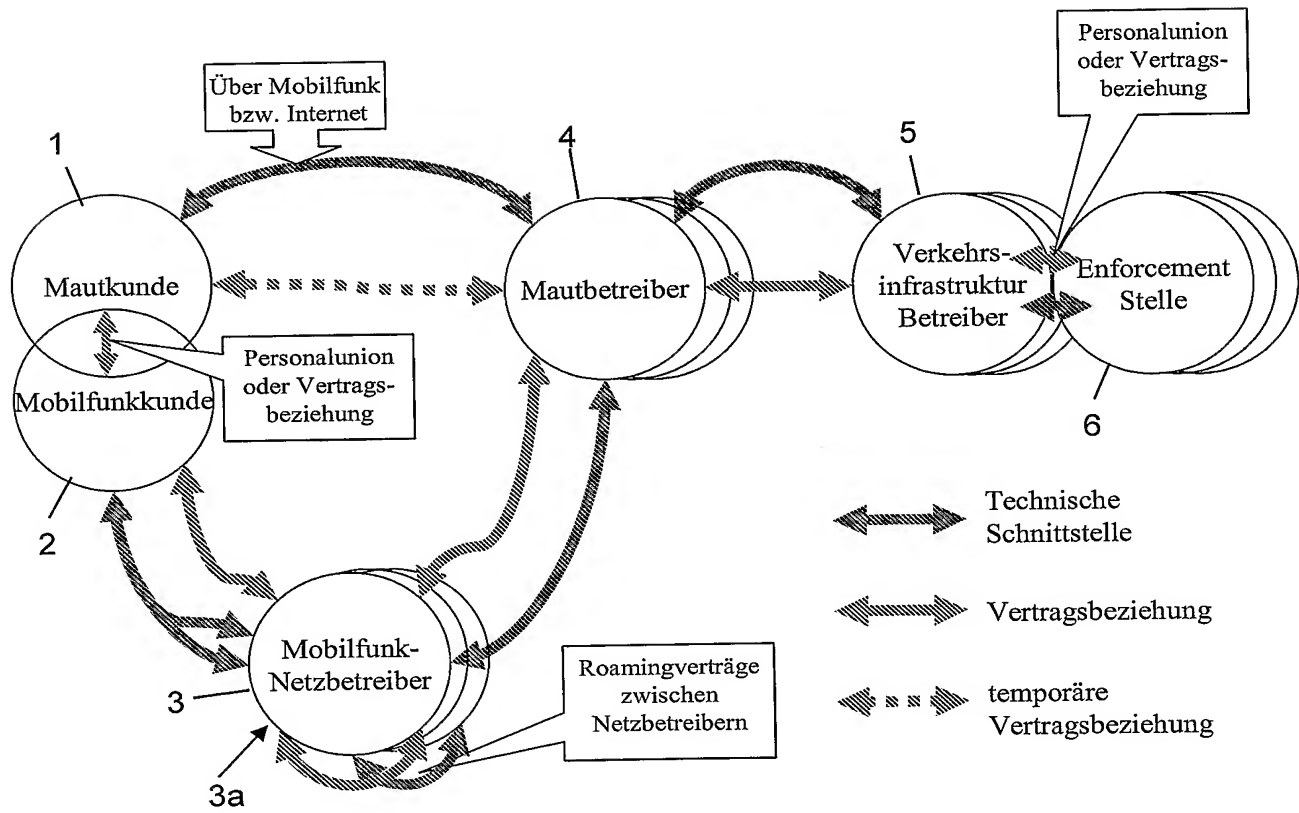


Fig. 1

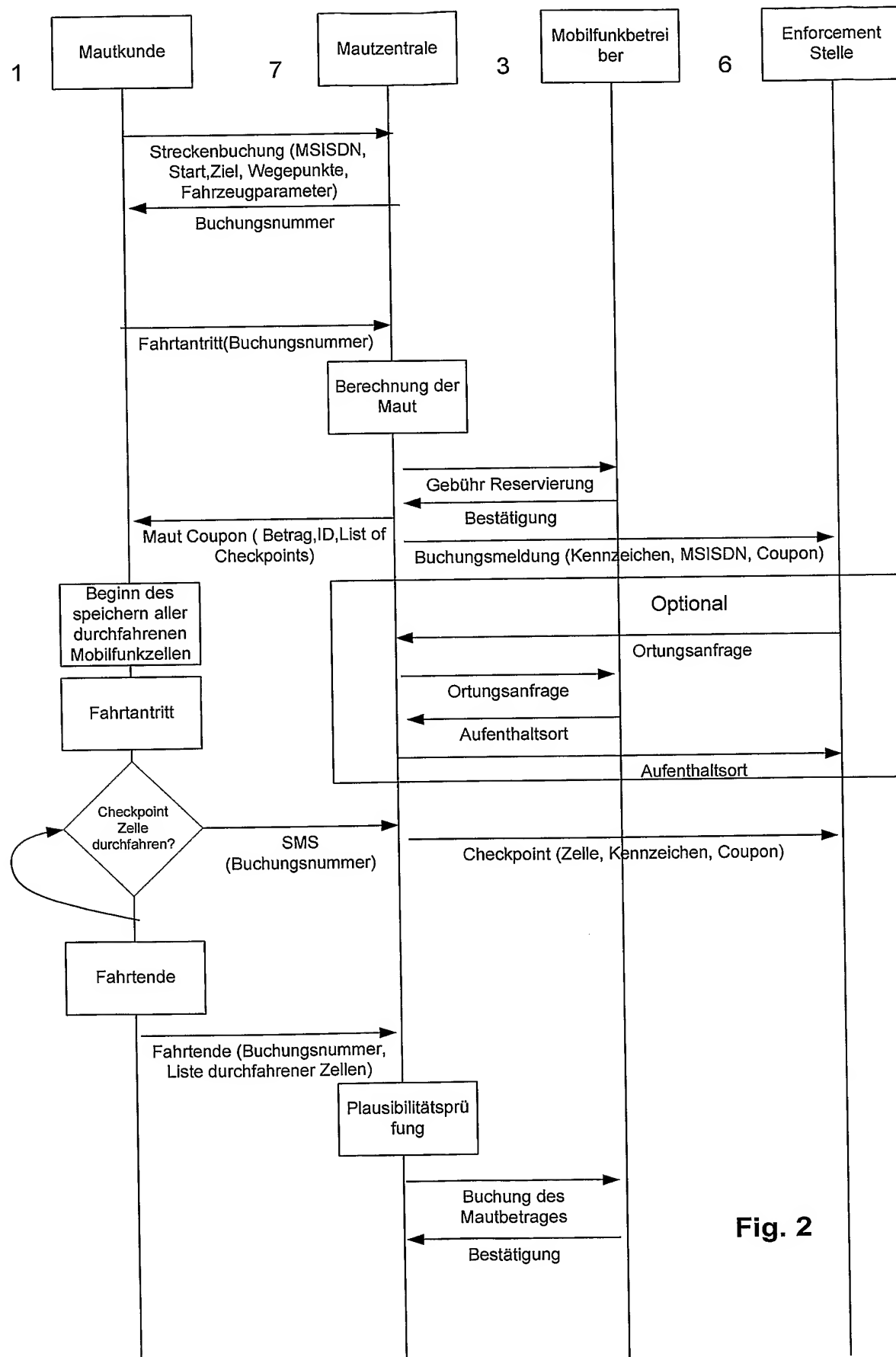


Fig. 2

Buchung plausibel

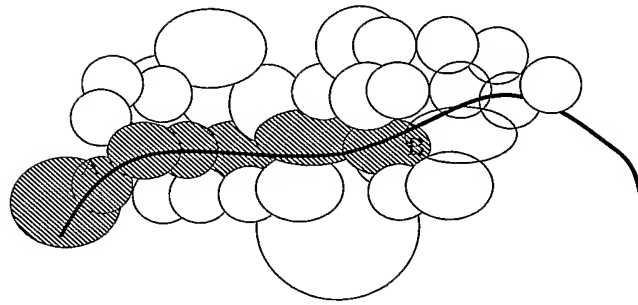


Fig. 3

Nicht voll gebucht

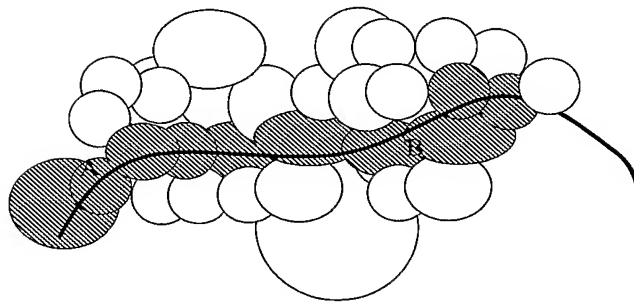


Fig. 4

## EG zeitweise außer Betrieb

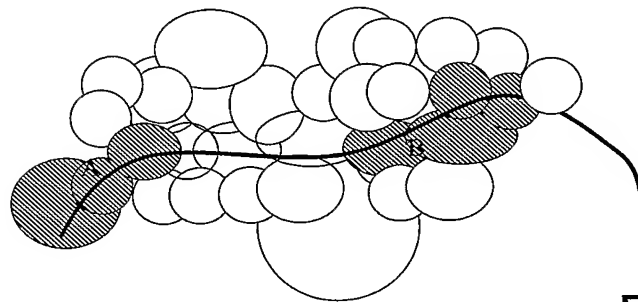


Fig. 5

## Zeitweises Verlassen der Strecke

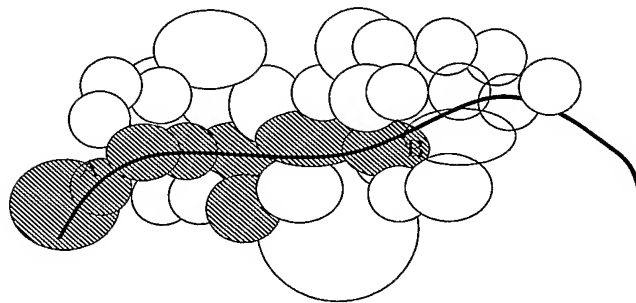


Fig. 6